

---

# FAIRE FAIRE DES SCIENCES À DES ÉLÈVES À BESOINS PARTICULIERS : UN PROBLÈME ? UNE RESSOURCE ?

---

Édith SALTIEL

Maître de conférences retraitée  
bénévole à la Fondation *La main à la pâte*

Marie Hélène FERRAND-HEIZ

Professeur des Écoles,  
formatrice INS HEA

## Introduction

À la question :

*« L'enseignement des sciences fondé sur l'investigation peut-il jouer un rôle décisif avec des élèves en difficulté ? »*,

G. Charpak, P. Léna et Y. Quéré répondent que cet enseignement :

*« possède une caractéristique très particulière qui est reliée à l'existence d'un tiers objet. Ce tiers objet est cette « chose » dont traite la leçon du jour par les interrogations qu'elle suscite : ombre de l'enfant sur le sol de la cour, souffle du vent ou écoulement de l'eau qui anime le moulin, élevage de fourmis, arc en ciel...[...] Ce rapport au tiers-objet, cette relation si particulière à l'émotion que produit la curiosité sont peut-être également à l'origine des bénéfices qui nous ont été maintes fois signalés, de ces leçons de science sur des enfants souffrant de handicaps moteurs ou mentaux ; [...] ce rapport au réel, par la médiation des objets et des phénomènes sensibles qui est celui de l'approche scientifique n'est-il pas bienfaisant pour aider des enfants « enfermés dans leur handicap à s'en extraire ? »(4) ; la réalité du tiers objet pouvant s'imposer à l'enfant, provoquer une interrogation commune pour un « regarder ensemble, puis un discuter ensemble » ».*

En effet, selon la pédagogie, préconisée par *La main à la pâte* (Charpak, 1996 ; Charpak et al., 2005), les élèves sont actifs dans leur apprentissage : ils se questionnent, proposent eux-mêmes des solutions, font des suggestions, voire des hypothèses, sans que l'enseignant ne les ait initiées et proposent des protocoles expérimentaux qu'ils testent ensuite eux-mêmes (Saltiel, 2006 et cf. annexe 1 extraite de Worth et al., 2009). Les élèves tiennent chacun un cahier d'expériences dans lequel ils sont invités à exprimer leurs idées initiales (les écrire si cela est possible), puis à dessiner ou schématiser le dispositif, à faire un compte-rendu des expériences réalisées et enfin à confronter leurs résultats pour arriver ensemble à une conclusion valide. Avec cette approche, l'enfant construit lui-même ses connaissances par ses réflexions, les discussions avec ses pairs et les manipulations.

Plusieurs études reconnaissent l'aspect positif d'une formation aux sciences par l'investigation et la manipulation (Bayet al., 1992 ; Dalton, Morocco et Tivnan, 1997 ; McCarthy, 2005 ; Irving,

Nti et Johnson, 2007), notamment pour les jeunes handicapés. Les enfants semblent particulièrement contents et motivés lors de ce type d'activités (Scruggs et Mastropieri, 1994). En outre, les élèves à besoins éducatifs particuliers apprendraient mieux, comprendraient mieux les concepts scientifiques quand les enseignants leur proposent de résoudre des problèmes (Nolet et Tindal, 1993).

Toutefois, des jeunes avec un handicap mental ou des troubles des apprentissages sont susceptibles de se trouver en difficulté lors de séances basées sur des démarches d'investigation. Ils pourraient rencontrer des problèmes pour développer une stratégie de recherche dans les phases exploratoires (Montague, 1988), avoir du mal à faire preuve de flexibilité concernant l'élaboration d'hypothèses et une possible remise en cause de leurs représentations spontanées (Brown, 1980 ; Torgesen et Licht, 1983) ou éprouver des difficultés pour faire des inférences entre une situation expérimentale et une autre (Reid et Hresko, 1981). Si les élèves avec un handicap mental peinent à raisonner de manière inductive, et ont du mal à établir des transferts d'une situation à une autre, on peut penser qu'ils peuvent apprendre à partir d'une vraie situation de découverte s'ils sont guidés dans leur raisonnement par un questionnement. La découverte de propriétés scientifiques par eux-mêmes peut alors permettre une bonne mémorisation des faits (Scruggs et Mastropieri, 2007).

Des études internationales comme celle de Patton, Polloway et Cronin (1990) montrent que les élèves à besoins éducatifs particuliers reçoivent peu d'enseignement des sciences. Plus d'un tiers des élèves dans l'enseignement spécialisé ne fait pas du tout de sciences et une majorité d'entre eux en fait moins d'une heure par semaine. Quand ils ont des cours de sciences, ils sont souvent dispensés de manière transmissive (Gurganus et al., 1995) avec l'accent mis essentiellement sur le contenu et l'apprentissage de vocabulaire. Plusieurs recherches portant sur les enseignants spécialisés (e.g. Miller et Cawley, 1987) indiquent qu'une grande majorité d'enseignants s'attachent seulement à l'énoncé de faits scientifiques et non aux méthodes d'investigation et aux façons d'arriver à ces faits.

Suite au questionnement en 2009 du Conseil National du Handicap sur la possibilité d'étendre la pédagogie préconisée par *La main à la pâte* aux élèves handicapés scolarisés dans des dispositifs d'inclusion en école ordinaire ou dans des établissements médico-sociaux, l'Institut National Supérieur de Formation et de Recherche pour l'Éducation des jeunes Handicapés et les Enseignements Adaptés (INS HEA), en collaboration avec l'Académie des Sciences et l'équipe de *La main à la pâte*, se sont proposés d'expérimenter un enseignement des sciences dans différents contextes de scolarisation d'élèves handicapés. Depuis quatre ans, cette action réfléchie (intitulée HandiSciences) rassemble chaque année une quinzaine d'enseignants répartis sur le territoire, enseignants de CLIS 1 et 4<sup>1</sup> ainsi que de divers instituts médicaux. C'est volontairement que nous ne nous sommes pas adressés à des enseignants de CLIS 2 et 3 car nous ne voulions pas introduire de difficultés supplémentaires dues à la nécessité de passer par la langue des signes ou le braille.

## **Descriptif du projet**

La première année (2010), 11 enseignants de CLIS 1 ou 4 se sont portés volontaires (enseignants des centres pilotes *La main à la pâte*) et ont choisi l'une des quatre séquences élaborées par l'INS HEA et *La main à la pâte*, séquences incluant des expérimentations et très souvent (mais pas toujours) la réalisation d'un objet, comme un manège électrique par exemple. Nous avons également fourni aux enseignants des extraits des documents cités plus haut afin de leur préciser ce que nous entendions par un enseignement des sciences fondé sur l'investigation. Chaque

---

<sup>1</sup> CLIS Classe d'Inclusion Scolaire, <http://www.education.gouv.fr/cid42618/mene0915406c.html>

enseignant était accompagné (pas forcément dans la classe) par un pédagogue et aidé, hors la classe, par un scientifique. Deux entretiens : initial (avant la réalisation de la séquence) et final (après la réalisation de la séquence) ont été menés et enregistrés. Tous les entretiens ont été transcrits et analysés et tous les documents produits par les enseignants regroupés. Enfin, chaque année, une journée d'étude a réuni tous les acteurs (enseignants, pédagogues et scientifiques).

Le tableau suivant indique le nombre d'enseignants impliqués dans ce projet chaque année durant les quatre années. Il y a eu très peu d'abandons (un pour changement d'orientation et un (en 2012) qui n'a pas eu la possibilité de bénéficier du soutien d'un pédagogue et d'une scientifique). Au total, 33 enseignants différents ont participé à ce projet ainsi que 450 élèves.

	2010-2011	2011-2012	2012-2013	2013-2014
<b>nombre total d'enseignants engagés</b>	11	18	13	18
<b>nombre de CLIS</b>	11	13 (dont 5 anciens)	7 (dont 7 anciens)	13 (dont 8 anciens)
<b>nombre d'EREA, IMP, etc</b>		5 (dont 1 ancien)	6 (dont 5 anciens)	5 (dont 4 anciens)
<b>autres</b>	1 abandon (changement d'orientation)	1 abandon		

**Figure 1** : Nombre d'enseignants engagés

Actuellement, 15 séquences<sup>2</sup> différentes (cf. annexe 2 : un extrait commenté de l'une des séquences disponibles) sont proposées, dont 8 de physique (les circuits électriques, le manège électrique, le Soleil et nous, les aimants, deux sur l'air et deux sur la flottaison), une interdisciplinaire puisque l'arrosage d'une plante s'intéresse à l'évaporation de l'eau et une en robotique. En 2010, sur les quatre séquences proposées, trois concernaient la physique. Pourquoi ce choix ? À cela, à nos yeux, trois raisons essentielles :

- les expériences réalisables en physique durent peu de temps ; en effet, lorsque l'on fait un montage électrique, le résultat est immédiat car l'ampoule s'allume ou ne s'allume pas ; si l'on veut dessiner les ombres d'un personnage tout au long de la journée et voir son évolution au cours de la journée, cela prendra une petite journée ; si l'on veut voir la différence entre la fonte d'un glaçon plongé dans un verre d'eau et celle d'un glaçon qui se trouve sur un linge au-dessus du verre d'eau, il suffira d'attendre une heure, alors que si on s'intéresse à la germination d'une plante, cela peut durer plusieurs jours,
- il est possible que chaque élève construise un objet technique comme le manège électrique ou un théâtre d'ombres, ce qui est plus difficile en SVT,
- il semble que l'aspect affectif soit moins fort avec l'air, une ampoule, des aimants qu'avec des animaux ou des plantes, et comme l'écrivent Dell'Angelo-Sauvage et Coquidé : « *Tout sujet est ainsi touché par son rapport affectif et fonctionnel au vivant* »<sup>3</sup>.

Tous les entretiens ainsi que les enregistrements des journées d'étude ont été transcrits. Il s'agit d'une étude exploratoire de plusieurs années au cours desquelles nous avons constitué un corpus de données variées dont les contenus ont été analysés et recoupés de manière à pouvoir extraire

<sup>2</sup> Ces séquences sont consultables sur les site de l'INSHEA <http://handisciences.inshea.fr/spip.php?rubrique60> et de *La main à la pâte* [http://www.fondation-lamap.org/fr/search-activite-classe?facet\[im\\_activite\\_niveau\]\[203\]=203](http://www.fondation-lamap.org/fr/search-activite-classe?facet[im_activite_niveau][203]=203)

<sup>3</sup> Ici, cela signifie que l'aspect affectif l'emporte largement sur un aspect plus rationnel et empêche bien souvent les élèves de raisonner.

quelques régularités à la fois dans les apprentissages des élèves, dans leur attitude vis-à-vis de la science et de l'école, mais également dans le rapport que les enseignants entretiennent avec l'enseignement des sciences.

## Principaux résultats

### Un enseignement à poursuivre

Car donne envie d'en faire, de continuer

C'est le cas de ceux qui n'avaient jamais fait de science auparavant. Par exemple, une enseignante, au bout de trois ans, déclare que les sciences : « *C'est aussi important que les mathématiques et que le Français* » ; une autre déclare : « *Je suis venue participer à ce projet parce que moi, je ne faisais pas des sciences dans ma classe auparavant, ou alors vraiment pas construites comme les séquences qu'on peut nous proposer par HandiSciences. D'une part parce que ce n'est pas du tout un domaine dans lequel je me sens à l'aise et parce que c'est vrai qu'ayant des emplois du temps assez serrés, je ne trouvais pas le temps d'en faire. Du coup, je me suis dit que de me mettre dans un tel projet allait m'obliger aussi à mener ma séquence, pouvoir en discuter après, et puis je trouve ça toujours intéressant de travailler avec des personnes plus expertes. On a la chance d'avoir des personnes qui peuvent nous aider au niveau pédagogique mais aussi au niveau scientifique* ».

C'est également le cas de ceux qui enseignaient déjà des sciences sans pratiquer l'investigation. Par exemple, une enseignante déclare : « *Avant, j'en faisais [des sciences] mais je n'utilisais pas forcément la démarche d'investigation. En tout cas, je n'avais pas exactement compris tout ce que cela pouvait apporter. Oui cela m'a donné envie d'en faire plus et de façon vraiment plus sérieuse et plus intense, ça c'est sûr* ». Notons aussi ce que nous dit une enseignante de classe ordinaire après avoir travaillé avec une classe de CLIS : « *Je pense que cela a été utile... C'est une démarche que je reprendrai avec ma classe.* ».

Car c'est un enseignement utile

Ceux qui pratiquaient déjà ce type d'enseignement déclarent, comme cet enseignant : « *Ce qui me fait poursuivre ce projet, c'est d'abord la conviction que c'est vraiment utile aux élèves.* ». Tous déclarent, par ailleurs, que la première année où ils ont fait des sciences de cette façon, ils ont découvert chez leurs élèves des compétences auxquelles ils ne s'attendaient pas. Ainsi, un élève montrait des compétences manuelles pratiques ou des ressources insoupçonnées pour faire des liens concrets entre le problème posé et son quotidien. Un autre a fait preuve d'une grande logique de déduction, montrant ainsi à son enseignante des capacités de raisonnement qu'elle a ensuite sollicitées chez lui, en particulier en mathématiques.

### La découverte du travail de groupe

Dans ces classes de CLIS, les élèves sont peu nombreux (au grand maximum 14), mais le groupe est très hétérogène. En effet, dans une même classe, il peut y avoir des enfants de 6 à 12 ans, des élèves lecteurs et des non lecteurs, ainsi que des élèves présentant des handicaps très divers comme un handicap moteur (dont les répercussions sur les apprentissages varient d'un enfant à l'autre), des retards du développement intellectuel, des maladies rares, des troubles envahissants du développement ou spécifiques des apprentissages. Une des conséquences de cette hétérogénéité est la nécessité d'individualiser le travail ; la plupart du temps, les enseignants travaillent en situation duelle avec chaque élève, ce qui pose problème sur le plan du vivre ensemble et de l'intégration. Or, ici, les enseignants ont certes travaillé individuellement avec les

enfants mais ils ont aussi permis à ces derniers de travailler en groupe (de 2, voire 4 selon les classes). En effet, les déroulements de séance proposent des phases de travail sous cette forme ; cela devait permettre aux enseignants de constituer des binômes d'élèves ayant des compétences complémentaires (l'un a des idées, l'autre écrit par exemple) ou similaires (certains plus manuels, d'autres meilleurs lecteurs ou chargés de présenter à une autre classe, ...), mais cela donnait la possibilité de s'appuyer sur tout le groupe (dans sa diversité de ressources) pour résoudre les problèmes soulevés et mettre du sens sur les résultats observés. Il fut reconnu à l'unanimité que ce travail de groupe, pratiqué rarement par les enseignants, a été très positif, comme l'indique une enseignante : « *Le travail de groupe a été bénéfique* ». Il a d'autres avantages, décrits par une autre enseignante : « *Voilà, d'accepter que l'autre ne pense pas forcément comme nous, qu'il n'a pas forcément la même idée mais que cela ne veut pas dire qu'il y en a un meilleur que l'autre, un qui a tort ou pas, et faire que petit à petit... on va accepter de prendre en compte le point de vue de l'autre, entrevoir que cela peut remettre en cause ce que l'on pensait, sans pour cela perdre la face, [...] Tout ça, je pense que petit à petit cela se construit... on essaie de laisser des traces de ce que l'on fait, on les compare avec celles des autres, on apprend à être ensemble pour penser, pour chercher...* ».

### **La manipulation**

Un autre résultat très positif est le suivant : tous les enseignants ont découvert que la manipulation était un moyen d'entrer dans l'enseignement des sciences. Il est clair que les élèves aiment manipuler, que la manipulation les conduit naturellement à s'impliquer dans le travail proposé, comme l'exprime une enseignante. « *Je pense qu'avec tous les élèves, que ce soit de la maternelle au lycée mais avec des élèves de CLIS encore plus particulièrement, à partir du moment où il y a de la manipulation, cela les passionne beaucoup plus que lorsqu'il y a du papier crayon* ». L'entrée manipulatoire est donc une opportunité pour susciter la coopérations (par exemple l'entraide dans un montage), le tutorat, le travail de groupe qui enrichissent les propositions de chacun (si l'on sait susciter l'émulation que peut créer un groupe et que l'on encourage les compétences complémentaires). Elle est un moyen de rééquilibrer un enseignement souvent prématurément abstrait à l'école primaire et au collège, où le besoin d'agir, d'essayer, de faire et refaire sont encore très prégnants. Mais comme l'indique Giordan, « *Force est toutefois d'admettre qu'une pédagogie fondée sur la seule action reste le plus souvent stérile... Les activités ne sont pas une fin en soi* ». Tous sont conscients de cela, citons à titre d'illustration une enseignante : « *Je trouve ça intéressant de les laisser chercher, de les laisser prendre le temps d'avoir des idées, même si elles ne sont pas toujours fondées ; peu importe, on peut ensuite construire ensemble les concepts en vérifiant par la manipulation. Je pense que, pour eux, au niveau des acquis, ils retiennent peut-être mieux les connaissances. Ils peuvent mieux comprendre si leurs idées étaient erronées ou pas, et quand on revient sur la séance précédente, ça les marque de se dire « J'ai essayé, j'avais cette idée-là, je l'ai vérifiée par la manipulation, et je me suis rendu compte...* ».

### **Des acquisitions pérennes**

Les enseignants déclarent de façon unanime que les élèves ont acquis des notions et de nouvelles connaissances, connaissances qui, malgré leurs problèmes de mémorisation, perdurent. Ainsi, par exemple, des notions comme le circuit fermé pour que l'ampoule s'allume, l'existence de l'air à prendre en compte dans la question de la flottaison, sont maintenant parfaitement assimilés chez les élèves qui ont travaillé sur ces thèmes. Quelques enseignants qui ont eu plusieurs années les mêmes élèves déclarent qu'un an, voire deux ans après, les enfants se souviennent effectivement de ce qu'ils ont fait et compris.

## La démarche « essai-erreur »

Tous les enseignants nous ont déclaré que les élèves avaient parfaitement intégré « la démarche essai-erreur », c'est-à-dire que lorsqu'on fait une prévision ou une expérience, lorsque l'on cherche à expliquer un phénomène, il est possible de constater que la prévision, l'expérience réalisée ou l'explication fournie peut s'avérer incorrecte, sans que cela signifie qu'il s'agit d'une faute voire d'un échec. Comme l'affirment ces enseignants : « *Les élèves ont accepté que l'hypothèse proposée ne soit pas validée et ont compris que cela ne veut pas dire que c'est mal. Certains vivent l'erreur maintenant comme partie prenante de l'apprentissage.* », « *Ils s'autorisaient à chercher, ils avaient compris qu'ils avaient le droit de manifester leur ignorance. La curiosité n'est plus dans leur esprit une marque d'ignorance.* », ou encore « *Voilà ! Ce n'est pas un drame, je me suis trompé parce que j'avais une représentation qui était fautive et finalement c'est l'expérience qui est venue me démontrer que ma représentation était fautive. Grâce à ça, j'ai pu réfléchir et mettre quelque chose en place, une expérience, un dispositif, un circuit... pour apprendre quelque chose, et ne pas me tromper la fois d'après.* ».

## Des difficultés conceptuelles similaires

Il se trouve que certaines difficultés conceptuelles rencontrées par les élèves lorsqu'ils font des sciences sont de même nature que celles que peuvent rencontrer les élèves ordinaires. Donnons quelques exemples.

### Les ombres

Parmi les séquences proposées, il y en a une qui concerne les ombres (le Soleil et nous). Voici ce qu'il est possible de trouver comme dessins en début de séquence, tant dans une CLIS que dans une classe ordinaire où l'on commence par aller dans la cour et dessiner son ombre.



**Figure 2 :**  
Dessin d'un élève de CLIS  
avant enseignement

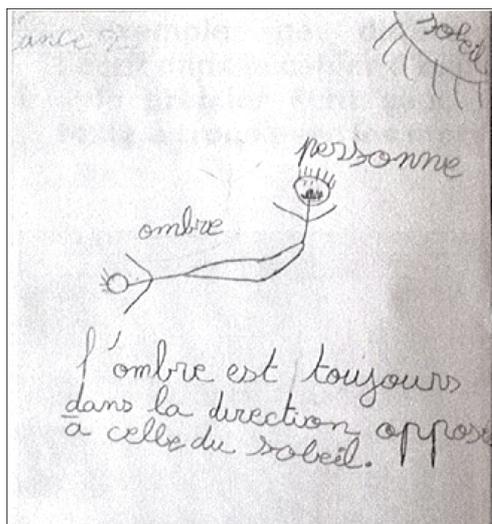


**Figure 2bis :**  
Dessin d'un élève de CE1  
avant enseignement

On retrouve ici ce qu'ont étudié Lacroix D. d'un côté et Calmettes B. et Ricou M.-C. de l'autre dans *Grand N* réservé à l'école des sciences (2006).

Signalons enfin qu'après enseignement, les choses ont beaucoup évolué, comme l'indiquent les extraits de cahier ci joints : l'ombre dessinée par l'élève de CE1 est bien reliée aux pieds de la petite fille et l'ombre est grise et non colorée comme au début de l'enseignement. En ce qui

concerne cet élève de CLIS, on constate qu'il a schématisé le personnage mais a bien précisé où est l'objet par rapport au Soleil et par rapport à l'ombre.



**Figure 3 :**  
Dessin d'un élève de CLIS  
après enseignement



**Figure 3bis :**  
Dessin d'un élève de CE1  
après enseignement

### L'air, l'eau, le vivant

Tous les enfants, qu'ils soient handicapés ou non, pensent au début qu'il n'y a pas d'air dans un placard : « Dans un placard, pour certains de mes élèves, il n'y avait pas d'air en fait. Il n'y en a pas : c'est fermé et ce n'est pas possible. Dans la classe, on pouvait avoir de l'air en ouvrant les fenêtres, par exemple. ». De même, ils pensent qu'une bouteille « vide » est vide et ne contient pas d'air.

Lorsque l'on met un glaçon dans un morceau de papier aluminium et un autre dans une pelote de laine, ils pensent que c'est le glaçon dans la pelote de laine qui va fondre en premier.

En SVT, au début, pour tous les enfants, tout ce qui bouge est vivant : « Un des premiers critères qu'ils ont trouvé était la mobilité. C'est-à-dire que quand on est vivant, on bouge. [...] », comme l'indiquent Bardel et Triquet (2006).

### Flotte ou coule

objet	coule	flotte	pourquoi ?
petit objet en fer			
gros objet en fer			
petit objet en bois			
gros objet en bois			
petit objet en plastique			
gros objet en plastique			
aluminium			
pâte à modeler			
polystyrène			

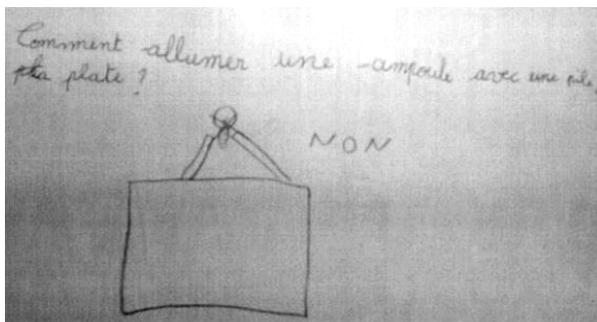
**Figure 4 :** Questionnaire « coule ou ne coule pas ? »

De la même façon, une enseignante a travaillé la séquence « flotte coule 1 » (dans laquelle sont étudiés les comportements de différents objets homogènes lorsqu'on les met dans l'eau) avec ses élèves de CLIS. Suite à cela, les enfants de CLIS sont allés présenter leur travail dans un certain nombre de classes ordinaires, en demandant tout d'abord aux élèves de ces classes de remplir ce questionnaire.

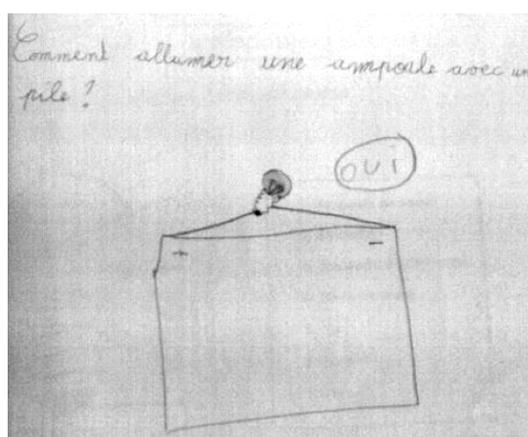
Les élèves de CLIS ont été surpris de constater que bon nombre d'élèves ordinaires avait répondu comme eux au début de la séquence, à savoir, par exemple qu'un petit morceau de bois flottait alors qu'un gros morceau de bois coulait.

### Le cahier d'expérience

Au cours de la deuxième année de notre étude, nous avons demandé aux enseignants de faire en sorte que chaque élève ait un cahier d'expériences, ce qui a déboussolé certains pour une raison essentielle : Que mettre dans ce cahier ? Faut-il mettre les traces écrites intermédiaires qui peuvent être fausses ou ne faut-il mettre que le « produit fini » correct, les essais et autres écrits intermédiaires étant réservés pour le cahier de brouillon que l'on ne conserve pas ? Certains enseignants, en revanche, étaient très convaincus : *« Il me paraissait intéressant, justement, de leur montrer qu'apprendre, c'est d'abord se tromper. C'est écrit au-dessus de la porte de la classe, mais c'est une démarche qu'on essaie d'appliquer dans tous les apprentissages, même en dehors des sciences... Et il me paraissait aussi intéressant, à chaque fois, de reprendre ce qui avait été fait avant, de voir les hypothèses, de voir les observations, les conclusions, qu'elles soient justes ou fausses et de les mettre en relation avec le bilan, avec la trace, pour montrer que c'est par l'expérience et par l'erreur que nous sommes parvenus à nous remettre en question. S'il n'y a pas d'erreur, on ne se remet pas en question, alors que là, nous avons eu un résultat différent de ce que nous imaginions, qui est venu bousculer un petit peu ce que l'on croyait. C'est dans cet écart entre ce que je croyais et le résultat, (donc la confrontation de mon erreur et du résultat de l'expérience), et dans l'interrogation que cet écart suscite, que l'apprentissage va se faire. »*. Ainsi, cet enseignant déclare que, dans le cahier d'expériences, *« On aura toujours en regard, face à face, la trace individuelle qui se fait un petit peu à chaud au moment de l'expérience, ... les remarques, les conclusions, les bilans... et puis la trace collective qui va être en face, en regard »*.



**Figure 5 :**  
Dessin réalisé avant de faire les essais



**Figure 5bis :**  
Dessin du même élève après l'expérience

Certains nous déclarent que les élèves consultaient spontanément leur cahier afin d'y retrouver de l'information. La plupart des enseignants ont réalisé que ce cahier était important, mais pas tous. Par ailleurs, beaucoup d'élèves n'écrivent pas ou écrivent peu. Dans ces cas-là, les élèves dictent à l'adulte. Au total, dans les cahiers on trouve des photos, des écrits collectifs, des dessins et parfois des écrits individuels. Tous les enseignants ne sont pas convaincus qu'il est important que les élèves gardent la trace de leur évolution et de leurs représentations initiales, afin qu'en consultant leur cahier, ils réalisent les progrès réalisés.

### **Les adaptations**

Les enseignants ont tous une pratique de classe dans laquelle ils introduisent des adaptations variées et personnalisées, indispensables pour que tous leurs élèves accèdent aux apprentissages. Cependant, il ressort tout d'abord de ces années d'expérimentation que les enseignants et les élèves ont besoin de temps. Les professeurs des écoles ont pratiquement tous transformé chaque séance proposée en deux séances et ont parfois ménagé des temps supplémentaires spécifiques pour qu'une partie des élèves reprennent plus tranquillement certaines phases des séances. Par ailleurs, l'aspect structurant de la démarche d'investigation, avec ses différentes phases et ses activités, que les élèves retrouvent au fil des séances, semble la désigner comme une adaptation en elle-même.

Les enseignants spécialisés sont très à l'écoute de leurs élèves et cherchent toutes les adaptations possibles. Certaines sont matérielles. Pour des élèves qui ont des troubles moteurs, praxiques ou visuels, un matériel adapté de science est indispensable (par exemple du matériel plus gros ou des fils électriques de couleurs différentes). Cela peut concerner aussi le fait que les élèves ont du mal à écrire (voire à tenir un crayon) ; pour ceux-ci, l'ordinateur est un outil extrêmement pertinent. Les adaptations peuvent également concerner les supports écrits ainsi que l'organisation des textes et documents. Quelques enseignants utilisent des pictogrammes pour aider les élèves à se repérer, d'autres préfèrent des mots ou des phrases car pour certains enfants, l'usage des pictogrammes demande un effort supplémentaire pour retenir la signification du pictogramme.

Par ailleurs, les enseignants pratiquent ce qu'ils appellent des rituels, qui interviennent en général en début de séance et qui peuvent prendre différentes formes, mais qui ont pour objectif premier de faire en sorte que les enfants réalisent qu'ils vont faire des sciences, de les aider à entrer dans l'activité, à se souvenir et à réactiver leurs connaissances. Pour ce faire, ils disposent majoritairement d'une affiche qui apparaît au début de la séance, certains disposent d'une boîte avec le matériel qu'ils apportent lorsqu'ils vont faire des sciences, tous posent des questions (par exemple « *On reprenait toujours la séance précédente pour dire où on en était, ce qu'on avait appris, les problèmes qu'on avait eus au début, ceux qu'on avait résolus, celui qu'on essaierait de résoudre aujourd'hui.* »). Quelques enseignants demandent même aux enfants de refaire l'expérience réalisée lors de la séance précédente.

Des fonctionnements variés répondent à des besoins personnalisés, comme autoriser l'ordinateur pour certains, ne pas élever la voix pour d'autres, ne choisir que des objets rouges pour un autre, proposer à des enfants qui ne peuvent rien tenir avec leurs mains de dessiner au sol des éléments de circuits électriques afin qu'ils puissent avec leurs pieds proposer un circuit, passer lorsque c'est possible par une activité corporelle, comme par exemple mimer la façon dont un lombric se déplace, etc.

Le positionnement et l'accompagnement des adultes pendant les séances sont aussi des formes d'adaptation, soit pour aider l'élève à trouver des réponses (et non pour la donner), pour écrire ou dessiner en suivant ses consignes, mais aussi pour reformuler ou expliciter les actions en cours, soutenir son attention ou l'aider à prendre conscience du cheminement de sa pensée.

Une dernière adaptation concerne les séquences elles-mêmes, telles qu'elles ont été conçues. Regroupant un nombre restreint de séances, elles ont été élaborées en faisant attention à ce que les objectifs de connaissance pour chaque séance soient clairs, simples et peu nombreux, et qu'elles proposent toutes un déroulement similaire.

Notons enfin qu'à part les adaptations matérielles et le besoin de temps, la majorité des adaptations sont souvent utiles également aux élèves ordinaires

## Discussion

Nos résultats concernant l'investissement des jeunes handicapés rejoignent ceux de Scruggs et Mastropieri (1994) : la démarche d'investigation rend, d'après les enseignants, les élèves plus actifs, plus attentifs et leur curiosité se développe. La finalisation du projet par la construction d'un objet augmente le niveau de motivation des élèves, la démarche par essais-erreurs met plus facilement les élèves en action pour trouver des réponses à leurs questionnement, car ils dépassent leur peur de se tromper. L'appropriation de cette démarche a aussi amélioré la capacité d'argumentation des élèves, ils sont devenus capables d'« imaginer dans leur tête », c'est-à-dire de se poser des questions, d'émettre des hypothèses ou simplement d'avoir des idées, d'échanger entre eux et ainsi d'être actifs en classe. Quelques enseignants nous ont signalé que leurs élèves ont fait des liens avec la vie quotidienne. Par exemple, dans la classe qui a choisi la séquence « coule flotte », un enfant a déclaré qu'une pièce de monnaie coulait car il avait observé des pièces de monnaie au fond de fontaines ; de même, un autre s'est souvenu que lorsqu'il jouait au ballon dans l'eau avec son père, le ballon flottait. Dans la classe qui a construit un manège électrique, au moment où ils se sont intéressés aux engrenages, un enfant est rentré chez lui, est allé chercher l'un de ses jouets, l'a démonté pour voir comment les engrenages fonctionnaient et l'a apporté à l'école pour en faire profiter ses camarades. L'investigation et la manipulation entraînent aussi une bonne mémorisation des connaissances découvertes « en faisant » et par là même un développement cognitif notoire, ce qui va dans le sens des travaux de Nolet et Tindal (1993). De **manière unanime**, tous les professeurs des écoles ont remarqué les bénéfices d'une telle approche sur l'apprentissage des élèves et l'acquisition de connaissances et compétences ainsi que les apports du travail en groupe et ses répercussions positives sur l'ambiance de la classe et la mise au travail. Les élèves ont appris à travailler ensemble et ont développé des compétences sociales, telles que l'écoute, l'entraide, mais aussi une meilleure connaissance d'eux-mêmes et des autres. À ce propos, une enseignante observe : « *Les phrases désagréables disparaissaient quand ils faisaient des sciences* ». Il faut noter également que ceci demande du temps et que chaque séance proposée a en moyenne été découpée en deux. Cependant, ce temps ne paraît pas inutile, compte tenu de la solidité des acquis des élèves.

Il ressort de ces quatre années que la façon de travailler en science et donc la démarche préconisée constitue, à elle seule, une adaptation et donc une pédagogie adaptée. Toutefois, tous reconnaissent qu'il faut du temps. Reste à mieux définir les adaptations à mettre en place selon la nature du handicap. Le problème des traces écrites intermédiaires reste toujours, pour un certain nombre d'enseignants, un souci ; ils ne sont pas toujours convaincus que ces traces doivent figurer dans un cahier à côté des écrits collectifs. Un autre aspect à évoquer est la formation des enseignants. Ceux qui se sont inscrits dans le projet se sont très vite appropriés la démarche préconisée. Les séquences proposées ont, grâce aux retours des enseignants, été améliorées. Celles-ci ont toutes été présentées selon un modèle similaire : les objectifs notionnels et méthodologiques pour chaque séance et l'ensemble de la séquence étaient précisés ; le vocabulaire introduit au cours de chaque séance était listé ; chaque séance était constituée de trois phases essentielles (un questionnement suivi d'un temps de réflexion collectif ou individuel, une phase d'expérimentation et de représentation, un temps de mise en commun, de confrontation

et une synthèse des résultats). Si chaque séquence proposée contenait un nombre réduit de séances (4 à 5), il était cependant précisé que les enseignants pouvaient scinder chaque séance en deux, si le besoin s'en faisait sentir.

Certains enseignants le confirment, ces séquences les ont aidés à mieux réfléchir aux adaptations mettre en place. La journée d'étude est appréciée de tous car elle permet des échanges entre collègues, avec les pédagogues et les scientifiques, ainsi que la mise en commun des adaptations. S'il y a une chose qu'il faut impérativement conserver, d'après eux, c'est cette journée d'étude (là encore ils sont unanimes).

## Conclusion et perspectives

La plupart des enseignants du premier degré, et parmi eux les enseignants spécialisés, n'ont pas reçu de formation scientifique universitaire et privilégient le plus souvent les enseignements de base, c'est-à-dire le Français et les mathématiques en classe avec leurs élèves à besoins éducatifs particuliers. Quand ils font des sciences, bien qu'ils s'efforcent de rendre ludiques les activités proposées aux élèves, les connaissances sont le plus souvent apportées de manière transmissive et les élèves sont rarement en situation de recherche. Notre travail va dans le sens des études antérieures, il montre que les méthodes d'investigation et la manipulation permettent un meilleur apprentissage, qui sera d'autant plus pérenne que les élèves auront construit eux-mêmes leurs connaissances. L'accompagnement scientifique et pédagogique du projet *HandiSciences* a permis aux enseignants de « se lancer » dans une séquence de sciences expérimentales et, pour certains, d'améliorer leurs pratiques pédagogiques.

Retenons que cet enseignement des sciences, tel qu'il est préconisé et pratiqué, permet aux élèves de prendre confiance en eux. Nous avons en effet constaté qu'ils s'étaient tous appropriés la démarche essais-erreurs, c'est-à-dire qu'avoir une idée, la tester et constater qu'elle n'est pas validée ne signifie pas que l'on est en échec ou que l'on a commis une faute. Ils ont également appris à travailler en groupe, à écouter l'autre et à le respecter ; ce qui signifie que tout élève qui pose une question ou qui argumente sait qu'il est écouté et respecté, ce qui participe à lui donner confiance.

On peut penser que la ritualisation apportée par la démarche d'investigation, à travers les différentes étapes, est un repère facilitateur, structurant pour des élèves à besoins éducatifs particuliers qui, une fois les étapes de la démarche bien assimilées, peuvent accéder à des questionnements sur d'autres thématiques de science, mais aussi, comme l'indiquent quelques enseignants, aux mathématiques et à la lecture. La présence du cadre de la démarche pourrait aussi avoir un effet « rassurant » dès que ce cadre est connu et maîtrisé ; donnerait aux élèves l'envie d'aller plus loin dans la recherche et pourrait ainsi leur permettre de construire de nouvelles compétences et d'acquérir de nouvelles connaissances. Les observations réalisées au cours de ce travail devraient permettre à des équipes de recherche de les tester et il pourrait ainsi être intéressant d'évaluer l'impact sur les élèves des différents éléments de ritualisation mis en place par l'enseignant.

Nous avons dit plus haut que la démarche préconisée pour cet enseignement des sciences allait avec une pédagogie qui, à elle seule, est une pédagogie adaptée. On peut donc se demander quel(s) impact(s) peut avoir ce type d'enseignement dans les classes ordinaires, qui comprennent des élèves en difficulté. On obtient des résultats encourageants dans un certain nombre de centres pilotes *La main à la pâte* (dont le centre pilote de Nogent sur Oise) qui s'intéressent tout particulièrement aux élèves en difficulté (mais non reconnus handicapés). Là encore, une étude plus systématique serait nécessaire.

De même il semble que ce que nous avons proposé aux enseignants (des séquences qu'ils peuvent adapter, des entretiens initial et final chaque année, un accompagnement pédagogique et scientifique et une journée d'étude annuelle) a permis à un certain nombre d'enseignants de se former. Il faut noter que les deux types d'accompagnement proposés ont été assez légers sauf la première année. Cependant, le rôle des entretiens a été important car il a permis de créer des contacts humains d'une part mais aussi de réfléchir ensemble à des questions que les enseignants ne s'étaient pas forcément posées. Là encore, on peut se demander si ce type d'organisation peut être utilisé pour organiser des formations d'enseignants, y compris ordinaires. Là encore, tout un travail de recherche pourrait être entrepris.

L'ensemble de ces résultats laisse penser que le milieu du handicap permet de regarder à la loupe un certain nombre de difficultés que peuvent rencontrer les élèves, y compris ordinaires, donne quelques indications sur ce qui peut participer à la formation des enseignants. En un sens, le handicap ne devrait pas être considéré comme un problème, mais plutôt comme une ressource.

Tous ces résultats méritent d'être confirmés et demanderont un travail important tant du côté de la formation des enseignants que de celui des difficultés conceptuelles que peuvent rencontrer les élèves ainsi que des adaptations possibles.

*Nous tenons à remercier toutes les personnes ayant participé au projet par leurs contributions nombreuses à notre réflexion ainsi que Philippe Garnier, formateur à l'INS HEA, en particulier pour sa recherche bibliographique support de cet article.*

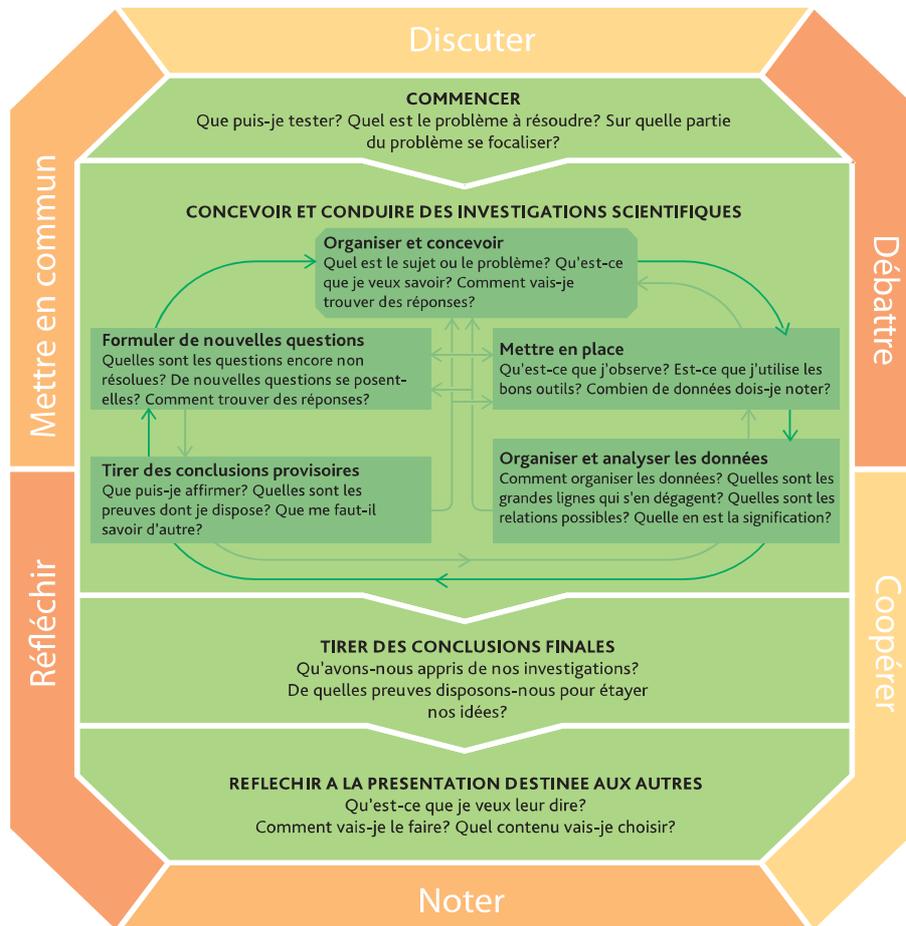
## Références bibliographiques

- BARDEL C., TRIQUET E. (2006) *Grand N « À l'école des sciences »*, tome 1, 147-164.
- BAY M., STAVEN J., BRYAN T., HALE J. (1992) Science instruction for the mildly handicapped: Direct instruction versus discovery teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 29, pp. 555–570.
- BROWN A.L. (1980) Metacognitive development and reading. In SPIRO J., BRUCE B., REWER W. (Eds.), *Theoretical issues in reading comprehension*. Hillsdale, NJ, Lawrence Erlbaum Associates.
- CALMETTES B., RICOUC C (2006) *Grand N « À l'école des sciences »*, 131-146.
- CHARPAK G., LENA P., QUÉRÉ Y. (2005) *L'enfant et la science*, Paris : Ed. Odile Jacob.
- DALTON B., MOROCCO C.C., TIVNAN T. (1997) Supported inquiry science: Teaching for conceptual change in urban and suburban science classrooms. *Journal of Learning Disabilities*, 30, 670-84.
- DELL'ANGELO-SAUVAGE M., COQUIDE M. (2006) Connaissance de son corps par la rencontre avec l'animal chez le jeune élève, *ASTER* n° 42, 37-56.
- GIORDAN A. (1998). *Apprendre*. Paris : Belin.
- IRVING M.M., NTI M. JOHNSON W. (2007) Meeting The Needs Of The Special Learner In Science. *International Journal of Special Education*, 22(3), 109-118.
- LACROIX D. (2006) *Grand N « À l'école des sciences »*, 109-130, Grenoble : IREM.
- Mc CARTHY C.B. (2005) Effects of thematic-based, hands-on science teaching versus a textbook approach for students with disabilities. *Journal of Research in Science Teaching*, Vol. 42, 245-263.
- MILLER J., CAWLEY J. (1987) *Training elementary school teachers for science in special education*. Unpublished manuscript, University of New Orleans.
- NOLET V., TINDAL G. (1993) Special education in content area classes: Development of a model and practical procedures. *Remedial and Special Education*, 14(1), 36-48.
- PATTON J.R., POLLOWAY E., CRONIN M. (1990) *A survey of special education teachers relative to science for the handicapped*. Unpublished manuscript, University of Hawaii.
- REID D.K., HRESKO W.P. (1981) *A cognitive approach to learning disabilities*. Austin, TX : PRO-ED.
- SALTIEL E. (2006) *Methodological guide for teachers*, ([www.pollen-europa.net](http://www.pollen-europa.net)) en Français à cette adresse : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/11324/la-d-marche-dinvestigation-comment-faire-en-classe>.
- SCRUGGS T.E., MASTROPIERI M.A. (1994) The construction of scientific knowledge by students with mild disabilities. *Journal of Special Education*, 28, 307–321.
- SCRUGGS T.E., MASTROPIERI M.A., SULLIVAN G.S. (1994) Promoting relational thinking skills: Elaborative interrogation for mildly handicapped students. *Exceptional Children*, 60, 450–457.

- SCRUGGS T.E., MASTROPIERI M.A. (2007) Science Learning in Special Education: The Case for Constructed Versus Instructed Learning. *Exceptionality: A Special Education Journal*, Volume 15, 2 et 57-74.
- TORGENSEN J.K. LICHT, B.G. (1983) The learning disabled Childs as an inactive learner : Retrospect and prospects. In McKINNEY J.D., FEAGANS L. (Eds.), *Current topics in learning disabilities*, pp. 3-31. Norwood, N.J. Ablex.
- WORTH K., DUQUE M., SALTIEL E. (2009) *Designing and implementing inquiry-based science units for primary education*, The Pollen FP 6 project. En français à cette adresse : <http://www.fondation-lamap.org/fr/page/20073/lenseignement-des-sciences-fonde-sur-linvestigation-conseils-pour-les-enseignants>.

# Annexe 1

## Cadre de la démarche scientifique d'investigation



Plusieurs investigations seront nécessaires à certains modules ou parties de module pour parvenir à la phase "Tirer des conclusions finales".

Il est rare qu'une séance ou leçon faisant partie d'un module contienne l'ensemble des parties de la phase "Concevoir et conduire des investigations scientifiques" présentées dans le schéma. Aucune séance ou leçon ne comprend la totalité des phases présentées dans le schéma.

Document extrait de : WORTH K., DUQUE M., SALTIEL E. (2009)

## Annexe 2

Quelques extraits commentés de la séquence sur les circuits électriques (séquence que l'on peut consulter sur le site de l'INS HEA ou sur celui de *La main à la pâte*). Ici seront détaillées les premières séances, sachant que toutes les autres sont construites sur le même modèle.

Cette séquence comprend 5 séances. Dans la réalité, les enseignants ont très souvent multiplié par deux le nombre de ces séances.

La progression proposée est la suivante

- Séance 1 : comment faire briller une ampoule ?
- Séance 2 : comment faire briller une ampoule loin de la pile ?
- Séance 3 : l'interrupteur
- Séance 4 : isolant et conducteur
- Séance 5 : Réaliser un clown avec le nez qui s'allume

Il faut noter qu'un texte d'évaluation formative est proposé pour chaque début de séance (sauf la première).

Il est dit clairement que cette progression proposée peut être modifiée et que, par exemple, au lieu de faire un clown qui a son nez rouge qui brille, il est possible de faire un ours dont l'œil peut s'allumer. Les entrées dans la séquence varient aussi selon les CLIS, un enseignant a préféré partir d'une lampe de poche (qu'y a-t-il dedans ?).

Les séances sont aussi complétées par des commentaires, des conseils, des alertes pratiques et parfois par des illustrations de dessins d'élèves, ces éléments ayant été ajoutés au fil des années, suite aux échanges avec les enseignants qui les ont mises en œuvre dans leur classe.

Cependant, les adaptations concrètes (supports spécifiques, modalités de travail, découpage du temps, ...) que certains collègues ont réalisées ne sont pas détaillées dans les séances qui sont mises à disposition de tous sur nos sites respectifs. En effet, la grande différence des besoins des élèves montre qu'il n'y a pas « une seule bonne » adaptation, mais une diversité de réponses pédagogiques ou pratiques.

**La séance 1** commence par montrer aux élèves un clown dont le nez rouge peut s'allumer. Bien sûr le montage réalisé n'est pas montré aux élèves. Suite à cela, une discussion s'engage pour essayer de savoir comment il est possible de faire pour allumer le nez du clown. Après discussion, il ressort que, pour réaliser ce clown, il faut d'abord savoir comment il est possible de faire briller l'ampoule.

Les élèves commencent par exprimer leurs idées soit oralement, soit à l'aide de dessins. Toutes les propositions sont inscrites au tableau, puis l'enseignant distribue, non pas à chaque élève, mais à chaque binôme (ce qui permet d'associer des élèves aux compétences différentes et qui pourront être complémentaires dans la recherche) une pile et une ampoule. Il est demandé à chaque binôme, lorsqu'il a réussi à faire briller l'ampoule, de dessiner le montage réalisé. Le passage par le dessin permet de formaliser la position exacte du culot et du plot de l'ampoule, mais pour des élèves ayant des difficultés à dessiner, il peut être par exemple proposé de placer un dessin découpé d'ampoule sur une pile représentée sur une feuille. Durant ce travail, l'enseignant passe de groupe en groupe et introduit le vocabulaire (plot, culot, lames...). En conclusion une synthèse est élaborée ainsi qu'une trace collective.

Comme la notion scientifique travaillée est indiquée en début de séance : « *contact et circuit fermé* », les éléments clés de la synthèse sont proposés à la fin de la séance pour guider l'enseignant : « *Pour allumer l'ampoule, il faut placer le culot de l'ampoule sur une lame de la pile et le plot de l'ampoule sur l'autre lame de la pile* ».

Deux remarques complètent la séance : la première signale une difficulté provenant du langage courant "ferme la lumière" signifie en général "éteins la lumière" alors que dans le vocabulaire de la physique, le courant circule lorsque le circuit électrique est fermé. Pour éteindre la lumière, il faut donc ouvrir le circuit. La seconde concerne la prévention des risques liés à l'électricité (ici, l'expérimentation est menée en classe avec des piles de 4,5 V et donc avec des tensions faibles, mais l'élève peut être conduit à tenter de reproduire l'expérimentation à la maison... et cela peut être extrêmement dangereux). Pour les parents, pas de manipulation sans avoir au préalable débranché la prise !

**Séance 2** : elle commence en principe par une évaluation formative qui a pour objectif non seulement de rappeler aux élèves ce qui a été fait lors de la séance précédente mais aussi de permettre à l'enseignant de savoir ce qui a été retenu par les élèves. Ensuite, l'objectif de la séance est indiqué à savoir : faire briller une ampoule loin de la pile et dessiner le montage réalisé (et, pour certains qui peuvent écrire, joindre des textes explicatifs). Pour ce faire, du matériel est mis à disposition de chaque binôme (pile, ampoule et fils). L'enseignant passe de groupe en groupe et en profite pour rappeler le vocabulaire plot, culot, lames. Il y a alors un aller-retour des montages et des dessins pour vérifier l'exactitude des dessins. Lorsque chaque binôme a réussi à faire briller l'ampoule, il y a une mise en commun des expériences puis élaboration d'une synthèse collective. Une affiche avec la synthèse collective est réalisée.

L'enseignant montre alors une ampoule sans le verre ainsi qu'un dessin la représentant (dessin proposé dans la séquence). Il est alors demandé aux élèves de représenter sur leur dessin le chemin suivi par l'électricité, l'enseignant insistant sur le fait que ce chemin forme une boucle fermée et n'insistant pas sur le sens de parcours de l'électricité (qui, à ce niveau là peut être quelconque).

Pour la deuxième séance, il est mentionné ceci : Les activités réalisées avec des piles ne présentent aucun danger sauf si les bornes de la pile sont reliées par un fil très bon conducteur. Dans ce cas, il y a un dégagement de chaleur important et la pile se détériore: on dit qu'il y a un court-circuit. Attention, si des élèves en manipulant sentent que la pile ou les fils deviennent chauds, ils doivent impérativement tout débrancher.

La dernière phase peut se dérouler au début de la séance suivante, permettant de faire du lien entre les deux séances et de réaliser une évaluation formative.

**Séance 3.** Comme pour la séance précédente, une évaluation formative, est proposée pour débiter. Elle a été réalisée à partir de dessins d'élèves (l'enseignant peut concevoir un document spécifique en utilisant ceux de ses élèves). Il s'agit pour cette séance d'allumer et d'éteindre l'ampoule autant de fois que souhaité. Dans cette séance, au début, les élèves ont à couper le circuit manuellement. Pour la synthèse de première partie de la séance, des éléments de conclusion sont aussi proposés à l'enseignant : « *Les conditions nécessaires pour éteindre l'ampoule, quand celle-ci a été préalablement allumée : Lorsque la boucle est coupée en un endroit, l'électricité ne circule plus, l'ampoule ne brille plus.* » C'est ensuite que l'interrupteur est introduit.